Sur une eau minérale de Madagascar,

par MM. A. Arnaud et V. Hasenfratz.

Nous avons reçu, il y a quelque temps, une série d'échantillons relatifs à une eau minérale de Madagascar provenant de *Sainte-Marie-de-Marovoay*, près Majunga.

Cet envoi nous a été fait par M. Sluzenski, colon établi dans cette localité; malheureusement, les détails donnés sur la source ou les sources elles-mêmes sont insuffisants : nous espérons cependant pouvoir les faire compléter ultérieurement.

«La source, dit M. Sluzenski, existe dans une vallée entourée de petites montagnes et l'eau qu'elle fournit se trouve, à certains endroits, recouverte d'une croûte cristalline; en creusant de petits puits dans le terrain argileux, l'eau s'y rassemble et on peut facilement la recueillir.»

Cette description sommaire correspond tout à fait à ce que nous connaissons sur l'origine de l'eau de *Pullna*, en Bohême, car c'est aussi dans un terrain argileux et en creusant des sortes de puits qu'on recueille cette eau minérale. Mais là ne s'arrête pas l'analogie qui existe entre ces deux eaux, ce ne serait pas suffisant pour les mettre en parallèle; l'eau de *Sainte-Marie-de-Marovoay* présente en outre une minéralisation et une composition chimique qui la rapprochent à tous égards de son aînée européenne.

Ce sont des eaux sulfatées froides renfermant en dissolution de grandes quantités de sulfate de sodium et de sulfate de magnésium, et toutes deux sont très riches en principes minéraux : l'eau de *Pullna* authentique que nous avons entre les mains contenait 26 grammes de sels par litre, et l'eau de *Sainte-Marie-de-Marovoay*, de 25 à 27 grammes pour les échantillons les moins riches en matières salines; toutefois cette dernière contient moins de sulfate de magnésium.

D'un autre côté, certains des échantillons d'eau minérale prélevés pendant la saison sèche à la source de *Sainte-Marie* contiennent des quantités beaucoup plus considérables de sels (100 à 101 grammes par litre), ce qui rapproche alors cette eau de l'eau de *Rubinat*, qui renferme, par litre, plus de 103 grammes de sels constitués, en majeure partie, par du sulfate de sodium. Ce dernier sel domine également dans l'eau de *Sainte-Marie*.

Les échantillons d'eau minérale que nous avons reçus constituent trois séries prises à des époques différentes de l'année : d'abord, l'eau prélevée en février 1900 (saison des pluies), l'eau prélevée en août 1900 (saison sèche) et, enfin, l'eau prélevée en août 1901 (saison sèche). Les échantillons de février 1900 sont ceux qui représentent l'eau la moins chargée en principes minéraux, probablement en raison de l'apport que les pluies donnent aux sources souterraines. Pour les échantillons de la saison sèche, nous avons deux types à minéralisations différentes comme concentration.

mais semblables en ce qui concerne les rapports des quantités des différents sels dissous : l'un renferme 101 grammes de sels par litre; le second, bien moins riche, n'en renferme que 33 grammes. Il est probable que ces eaux ne proviennent pas de la même source, mais de sources distinctes dans la même vallée.

Enfin les échantillons du mois d'août 1901 (saison sèche) sont bien moins minéralisés que ceux de la même époque de l'année 1900; cette eau ne contient que 25 grammes de sels par litre. Ceci ne peut s'expliquer que par deux hypothèses : ou bien la saison sèche a été relativement pluvieuse en 1901, ou bien l'eau n'a pas été prise au même endroit que l'année précédente.

Quoi qu'il en soit, il importe de remarquer que si les quantités de sels dissous dans un litre d'eau sont différentes, les proportions relatives de ces sels sont sensiblement les mêmes d'un échantillon à l'autre; seuls, les degrés de concentration sont variables.

L'eau prise en août 1901 ressemble, à s'y méprendre, à celle prélevée en février 1900; toutes deux ont à peu près la même teneur en principes minéraux (25 à 26 grammes par litre), ce qui paraît indiquer que cette minéralisation représente le type le plus constant de ces sources.

Toutes ces eaux sont inodores, incolores, ou à peine teintées de jaune pour celles de forte concentration; elles sont limpides; mais quelques échantillons, prélevés sans précautions, contiennent, à l'état de dépôt, une certaine quantité d'argile; elles sont légèrement alcalines, ce qui est dû à la présence d'une petite quantité de carbonates de calcium et de magnésium dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique.

Voici les résultats des analyses que nous avons faites de ces différentes eaux :

EAUX DE SAINTE-MARIE-DE-MAROVOAY PRISES AVANT LA SAISON DES PLUIES.

		Août 1900.		Août 1901.
		Échantillon A.	Échantillon B.	Échantillon C.
Densité		1.0314	1.0912	1.0233
Gaz	Acide carbonique	//	38^{cc}2	//
	Oxygène	non dosés.	1 5	non dosés.
	Azote	//	13 0	//
Silicate de magnésium, CO^3Mg CO^3Ca, dissous par CO^2		0^{gr}269	traces.	0^{gr}263
Sulfate de sodium		21 812	65^{gr}924	16 250
Sulfate de magnésium		9 390	29 160	6 648
Sulfate de calcium		1 302	1 964	1 311
Chlorure de sodium		0 523	1 668	0 420
Azotate de sodium		traces.	2 224	0 662
Résidu fixe par litre		33^{gr}296	100^{gr}940	25^{gr}554

EAU DE SAINTE-MARIE-DE-MAROVOAY PRISE PENDANT LA SAISON DES PLUIES.
(15 FÉVRIER 1900.)

		ÉCHANTILLON D.
Densité		1.0223
Gaz...	Acide carbonique	83cc5
	Oxygène	1 4
	Azote	17 6
Silicate de magnésium, CO^3Ca, CO^3Mg dissous par CO^2		0gr263
Sulfate de sodium		16 128
Sulfate de magnésium		6 723
Sulfate de calcium		1 053
Chlorure de sodium		0 505
Azotate de sodium		0 538
Résidu fixe par litre		25gr210

Les résidus d'évaporation de ces eaux, séchés à 180 degrés, comme on a coutume de le faire, renferment une grande quantité d'eau retenue par les sulfates de sodium et de magnésium; quand on les chauffe au rouge sombre dans un tube de verre, on constate facilement le départ d'une notable proportion de vapeur d'eau qui se condense sur les parties froides du tube; en même temps, il se forme un peu de vapeurs nitreuses provenant de la décomposition partielle des nitrates quand l'eau en renferme; la matière organique, en très faible quantité, est comburée sans qu'on puisse percevoir la formation de substances charbonneuses; nous avons d'ailleurs dosé la matière organique par une méthode directe que nous indiquerons plus loin.

Les résidus d'évaporation, séchés à 180 degrés, donnent des poids constants; mais, comme il résulte de ce qui précède, ils n'ont qu'un intérêt très relatif, en raison de la quantité d'eau qu'ils retiennent encore à cette température.

RÉSIDUS D'ÉVAPORATION SÉCHÉS À 180 DEGRÉS.

Eaux	A	B	C	D
Poids par litre	36gr450	108gr128	26gr920	26gr760

Il est intéressant de constater que l'une de ces eaux (A) paraît sensiblement plus pure que toutes les autres: elle ne contient, en effet, que des traces de nitrate; il est vraisemblable d'admettre qu'elle a été prise dans de meilleures conditions à la source même, et qu'elle n'est pas souillée par les eaux pluviales, qui peuvent se charger plus ou moins de nitrates par le lavage des couches superficielles du sol.

L'eau B, la plus minéralisée, doit avoir été recueillie dans des cavités ou puits de concentration naturels, ce qui semble être justifié par l'existence des croûtes cristallines. Ces croûtes sont des concrétions salines qui ont

certainement pris naissance par l'évaporation spontanée des eaux saturées de sels; aussi l'analyse indique-t-elle surtout la présence de ceux qui dominent dans l'eau minérale, savoir : les sulfates de sodium et de magnésium. Ces cristallisations sont presque complètement blanches, un peu salies toutefois à la surface par quelques poussières ocreuses. Elles se dissolvent facilement et entièrement dans l'eau froide, sauf une trace de matière insoluble, à peine en quantité suffisante pour rendre les solutions opalescentes.

ANALYSE DES CONCRÉTIONS.

Eau	14.70 p. 100.
Sulfate de sodium	60.04
Sulfate de magnésium	24.41
Chlorure de sodium	0.59
Silice, argile, ocre, pertes	0.26
TOTAL	100.00

Nous avons recherché et dosé les nitrates dans les échantillons d'eaux A, B, C, D, par le procédé de *Schulze*, qui donne d'excellents résultats. On évalue l'acide azotique d'après les volumes de gaz bioxyde d'azote qui se forme dans la réduction des nitrates en présence du protochlorure de fer et de l'acide chlorhydrique. Les poids d'acide azotique trouvés ont été convertis en azotate de sodium, et ce sont ces nombres qui figurent dans les tableaux analytiques précédents.

La matière organique, contenue en faible quantité dans toutes ces eaux, a été évaluée par la méthode de *Kubel* et de *Tiemann*, adoptée par le *Comité consultatif d'hygiène de France* pour l'essai des eaux potables. Ce procédé consiste essentiellement à faire agir le permanganate de potassium, en présence de soude, sur un volume déterminé d'eau à essayer. La matière organique réduit le permanganate, et on exprime les résultats en acide oxalique d'après la quantité d'oxygène consommée dans la réaction. Afin de donner une valeur comparative à ces essais, nous avons dosé simultanément, et dans les mêmes conditions, la matière organique dans diverses eaux potables ou minérales.

MATIÈRES ORGANIQUES.

		ÉVALUÉES EN ACIDE OXALIQUE par litre.	OXYGÈNE CONSOMMÉ par litre.
Eau...	de Seine	$34^{mg}3$	$4^{mg}3$
	d'Hunyadi-Janos	41 6	5 3
	de Rubinat (source Llorach)	49 2	6 3
	de Pullna	269 6	34 2
	de Sainte-Marie-de-Marovoay (prise à la saison sèche)	67 4	8 5
	de Sainte-Marie-de-Marovoay (prise après les pluies)	73 1	9 3

Pour justifier les rapprochements qu'on peut établir entre l'eau de Sainte-Marie-de-Marovoay et certaines eaux minérales, nous donnons, dans le tableau ci-joint, l'analyse de l'eau de *Pullna*, faite par Struve, et celle de l'eau de *Rubinat*, effectuée au laboratoire de l'Académie de médecine.

		EAUX	
		DE RUBINAT. (Source Llorach.)	DE PULLNA.
Silice, alumine, oxyde de fer		$0^{gr}038$	$0^{gr}023$
Sulfate...	de sodium	96 265	16 120
	de magnésium	3 268	12 121
	de potassium	0 239	0 625
	de calcium	1 949	0 338
Chlorure..	de sodium	2 055	//
	de magnésium	//	2 260
Carbonates de calcium, de magnésium		//	0 934
Sulfates de lithium, strontium, baryum		//	0 003
Phosphate de potassium		//	0 013
	Principes fixes par litre	$103^{gr}814$	$32^{gr}440$

L'eau minérale de *Sainte-Marie-de-Marovoay* tient donc le milieu entre ces deux eaux sulfatées : très riche en sulfate de sodium, comme l'eau de *Rubinat*, elle contient cependant, en outre, du sulfate de magnésium, comme celle de *Pullna*.

Les sources de *Sainte-Marie*, captées et aménagées avec tous les soins usités en pareil cas, fourniront certainement une eau minérale intéressante et qui pourra rendre les plus grands services à notre colonie de Madagascar. L'une des eaux (A) que nous avons analysée était remarquablement pure; aussi, en procédant à un choix judicieux des sources et en écartant les causes de contamination, nous ne doutons pas qu'elles puissent toutes avoir le même degré de pureté.

On sait combien les eaux sulfatées sodico-magnésiennes (*Pullna, Rubinat, Hunyadi-Janos, Birmenstorf*, etc.) sont appréciées par le corps médical et combien est grand l'usage qu'on en fait dans les maladies les plus diverses. Nous croyons que l'eau de *Sainte-Marie-de-Marovoay* justifiera dans l'avenir les espérances que, par sa composition chimique, on est en droit de fonder sur elle.